

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2000-188882
 (43) Date of publication of application : 04.07.2000

(51) Int. Cl. H02N 2/00
 G04B 19/24
 G04C 3/12
 H01L 41/09

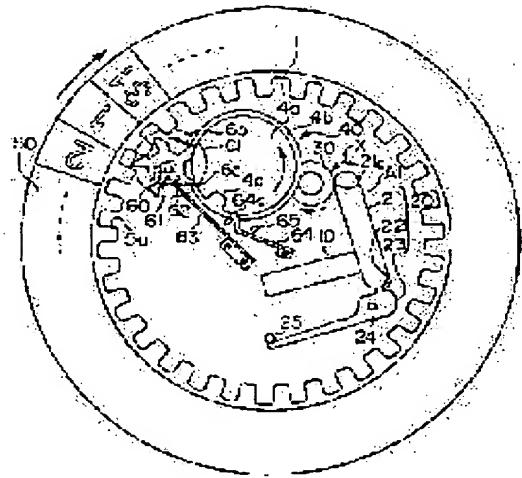
(21) Application number : 10-363543 (71) Applicant : SEIKO EPSON CORP
 (22) Date of filing : 21.12.1998 (72) Inventor : MIYAZAWA OSAMU
 FUNASAKA TSUKASA
 HASHIMOTO TAIJI
 FURUHATA MAKOTO

(54) DRIVE DEVICE, CALENDAR DISPLAYING DEVICE, PORTABLE APPARATUS, AND TIMEPIECE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a calendar displaying mechanism for timepiece, which uses the vibration of a diaphragm as a drive force and the thickness of which can be reduced.

SOLUTION: When a plate-like diaphragm 10 makes flexural vibrations, flexural vibrations are excited in the in-plane direction in a mobile section 21. When the end section of the mobile section 21 strikes a rotor 30, the rotor 30 rotates. The rotation of the rotor 30 is transmitted to a date indicator 50 via an intermediate date wheel 40 and a data indicator drive wheel 60. The power transmission from the mobile section 21 to the date indicator 50 is performed in a plane. Therefore, the thickness of a calendar displaying mechanism can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-188882

(P2000-188882A)

(43)公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(51) Int.Cl.
H 02 N 2/00
G 04 B 19/24
G 04 C 3/12
H 01 L 41/09

識別記号

F I
H 02 N 2/00
G 04 B 19/24
G 04 C 3/12
H 01 L 41/08

テマコード (参考)
C 5 H 6 8 0
A
A
K

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平10-363543

(22)出願日 平成10年12月21日 (1998.12.21)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 宮澤 修

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(72)発明者 舩坂 司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100098084

弁理士 川▲崎▼ 研二 (外1名)

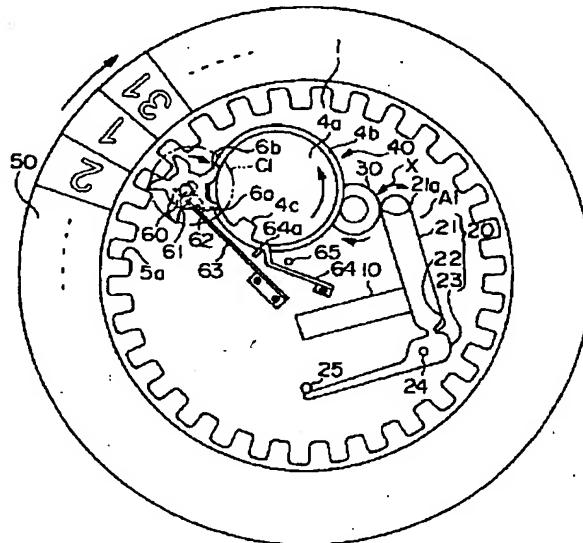
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 駆動装置、カレンダー表示装置、携帯機器および時計

(57)【要約】

【課題】 振動板の振動を駆動力として用い、薄型化に適した時計のカレンダー表示機構を提供する。

【解決手段】 板状の振動板10が撓み振動すると、可動部21に面内方向に屈曲振動が励起される。可動部21の端部がロータ30を叩くと、これが回転する。ロータの回転は日回し中間車40と日回し車60を介して日車50に伝達される。ここで、可動部21から日車50までの力の伝達は全て面内で行われる。したがって、カレンダー表示機構を薄型化することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも面内方向に屈曲振動する板状の可動部と、この可動部が面内方向に変位する力を前記可動部に加えるように配置され、圧電素子を設けた振動板と、前記可動部と接触して摩擦駆動される摩擦体と、前記摩擦体の動きを被駆動体に伝達する伝達手段とを備えることを特徴とする駆動装置。

【請求項2】 前記振動板は前記可動部の側面に連結することを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項3】 前記可動部の固有振動周波数とほぼ等しい周波数を有する駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項4】 前記摩擦体は、前記可動部の一端と接触することを特徴とする請求項2に記載の駆動装置。

【請求項5】 前記摩擦体は、前記可動部の側面と接触することを特徴とする請求項2に記載の駆動装置。

【請求項6】 前記可動部は側面に突起部を有しており、前記摩擦体は前記突起部と接触することを特徴とする請求項5に記載の駆動装置。

【請求項7】 前記振動板は、その幅よりも幅狭な括れ部を介して前記可動部の側面に連結されることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項8】 前記可動部を前記摩擦体に付勢する付勢手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項9】 前記付勢手段は、前記可動部に連結し前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、この支持部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えることを特徴とする請求項8に記載の駆動装置。

【請求項10】 前記支持部は、前記可動部の幅より幅狭な括れ部を介して前記可動部の一端に連結されることを特徴とする請求項9に記載の駆動装置。

【請求項11】 前記支持部は、前記可動部の幅より幅狭な括れ部を介して前記可動部の側面と連結されることを特徴とする請求項9に記載の駆動装置。

【請求項12】 前記付勢手段は、一端が前記可動部に連結し他端が固定され、前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えることを特徴とする請求項8に記載の駆動装置。

【請求項13】 前記バネ部は、前記可動部の幅より幅狭な括れ部によって構成されることを特徴とする請求項12に記載の駆動装置。

【請求項14】 前記括れ部は、前記可動部が屈曲振動した際に生じる節の近傍に位置する前記可動部の側面に設けることを特徴とする請求項11または13に記載の駆動装置。

【請求項15】 前記付勢手段は、前記可動部が振動し

た際に生じる節において前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、前記可動部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えることを特徴とする請求項8に記載の駆動装置。

【請求項16】 前記可動部が振動した際に生じる節において前記可動部を固定する固定部を備えることを特徴とする請求項2に記載の駆動装置。

【請求項17】 前記振動板をその振動の節において支持する支持部を備えることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項18】 前記付勢手段は、前記振動板に連結し前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、この支持部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えることを特徴とする請求項8に記載の駆動装置。

【請求項19】 前記支持部は、弾性部材を介して前記振動板に連結されることを特徴とする請求項18に記載の駆動装置。

【請求項20】 前記支持部は、幅狭な括れ部を介して前記振動板の側面と連結されることを特徴とする請求項19に記載の駆動装置。

【請求項21】 前記付勢手段は、一端が前記振動板に連結し他端が固定され、前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部を備えることを特徴とする請求項8に記載の駆動装置。

【請求項22】 前記バネ部は、幅狭な括れ部によって構成されることを特徴とする請求項21に記載の駆動装置。

【請求項23】 前記括れ部は、前記振動板が振動した際に生じる節の近傍に位置する前記振動板の側面に設けられることを特徴とする請求項20または22に記載の駆動装置。

【請求項24】 前記振動板の上面あるいは下面の少なくとも一方に隙間をあけて押さえ部を設けることを特徴とする請求項1に記載の駆動装置。

【請求項25】 前記被駆動体の動き量を検出する検出手段を備え、前記駆動手段は前記検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項2に記載の駆動装置。

【請求項26】 請求項2に記載の駆動装置を用いたカレンダー表示装置であって、前記摩擦体はロータであり、非駆動体はリング状の日車であり、伝達手段は減速輪列であることを特徴とするカレンダー表示装置。

【請求項27】 前記減速輪列の回転に連動してその回転をレバーの往復運動に変換する変換部と、前記レバーの動きを検出する日送り検出手段とを備え、前記駆動手段は前記日送り検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項26に記載のカレンダー表示装置。

【請求項28】 前記日車の回転に連動してその回転を

レバーの往復運動に変換する変換部と、前記レバーの動きを検出する日送り検出手段とを備え、前記駆動手段は前記日送り検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御することを特徴とする請求項26に記載のカレンダー表示装置。

【請求項29】 予め定められた時刻を検出する時刻検出手段を備え、

前記駆動手段は、前記時刻検出手段の検出結果に基づいて前記駆動信号の供給を開始し、前記日送り検出手段の検出結果に基づいて前記駆動信号の供給を停止することを特徴とする請求項27または28に記載のカレンダー表示装置。

【請求項30】 前記変換部は、その動作に要する最大トルク時が前記日車の回転に要する最大トルク時と異なるように構成したことを特徴とする請求項27または28に記載のカレンダー表示装置。

【請求項31】 前記可動部を前記ロータに付勢する付勢手段を備え、

前記ロータは、その一部に径を大きくした径大部を有しており、負荷トルクが大きくなるタイミングと同期して前記径大部が前記可動部と接触するように構成されていることを特徴とする請求項26に記載のカレンダー表示装置。

【請求項32】 前記減速輪列、前記ロータ、前記可動部、または前記振動板のうち少なくとも一つと前記日車とを厚さ方向に重ねて配置したことを特徴とする請求項26に記載のカレンダー表示装置。

【請求項33】 請求項2に記載の駆動装置と、この駆動装置に電力を給電する電池とを備えたことを特徴とする携帯機器。

【請求項34】 請求項22に記載のカレンダー表示装置と、

このカレンダー表示装置に電力を給電する電池とを備えたことを特徴とする時計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、面内方向の屈曲振動を利用した駆動装置、カレンダー表示装置、携帯機器および時計に関するものであり、特に、装置の薄型化に好適な技術である。

【0002】

【従来の技術】 圧電素子は、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率や、応答性に優れていることから、その圧電効果を利用した各種の圧電アクチュエータが開発されている。この圧電アクチュエータは、カメラのシャッター機構、プリンタのインクジェットヘッド、あるいは超音波モーターなどの分野に応用されている。図29は従来の圧電アクチュエータを用いた超音波モーターを模式的に示す平面図である。この種の超音波モーターは、つつき型と呼ばれるものであって、圧電素子

に結合した振動片の先端に、ローター一面を少し傾斜させて接触させてある。回転の原理は、発振部からの交流電圧によって圧電素子が伸縮し、振動片が長さ方向に往復運動すると、ローターの円周方向に分力が発生してローターが回転するといったものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、圧電素子の変位は印加電圧にもよるが微少であり、数 μm 程度であるのが通常である。このため、なんらかの増幅機構によって変位を増幅してローターに伝達することが望ましい。一方、増幅機構を用いると、それ自身を動かすためにエネルギーが消費され、効率が低下するといった問題がある。また、腕時計やカメラのような小型の携帯機器は電池で駆動されるので、消費電力を低く抑える必要がある。したがって、そのような携帯機器に圧電アクチュエータを組み込む場合には、特に、そのエネルギー効率が高いことが重要である。

【0004】 ところで、腕時計などにおいて日、曜などを表示するカレンダー表示機構では、電磁式のステップモータの回転駆動力を運針用の輪列を介して日車などにも間欠的に伝達し、日車を送り駆動するのが一般的である。一方、腕時計は手首にベルトを巻き付けて携帯するものであるから、携帯に便利なように薄型化の要求が古くからある。このためには、カレンダー表示機構の厚さを薄くする必要がある。しかし、ステップモータはコイルやローターといった部品を面外方向に組み込んで構成されるので、その厚さを薄くするのには限界がある。このため、ステップモータを用いた従来のカレンダー表示機構は、構造的に薄型化に向かないといった問題があった。

【0005】 また、カレンダー表示機構のある時計と、係る表示機構のない時計との間で運針の機械系（いわゆるムーブメント）を共通化するためには、カレンダー表示機構を文字板側に構成する必要があるが、電磁式のステップモータでは文字板側に構成できる程の薄型化が困難である。したがって、従来の時計は、表示機構の有無によって運針の機械系を別々に設計して製造する必要があり、その生産性を向上させる際の問題となっていた。

【0006】 本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、圧電素子の振動を効率よく増幅するとともに、薄型化に適した駆動装置、カレンダー表示装置、携帯機器および時計を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明に係る駆動装置は、少なくとも面内方向に屈曲振動する板状の可動部と、この可動部が面内方向に変位する力を前記可動部に加えるように配置され、圧電素子を設けた振動板と、前記可動部と接触して摩擦駆動される摩擦体と、前記摩擦体の動きを被駆動体に伝達する伝達手段とを備えることを特徴とする。この場合、振動

板は前記可動部の側面に連結することが好ましい。この発明によれば、可動部、振動板、および摩擦体を略同一平面内に構成することができるので、装置を薄型化することが可能である。

【0008】本発明に係る駆動装置は、前記可動部の固有振動周波数とほぼ等しい周波数を有する駆動信号を前記圧電素子に供給する駆動手段を備えるものであってもよい。この発明において、振動板は可動部が変位する力を加えるように配置されているから、振動板が振動すると、この振動によって、板部の少なくとも一方の可動端がに変位する。ここで、振動板に設けられた圧電素子には、可動部の1次の振動モードあるいは高次の振動モードにおける固有振動周波数とほぼ等しい周波数を有する駆動信号が印加される。このため、可動部は、その固有振動周波数で振動することになる。構造物は、固有振動周波数で振動するとき、その機械的インピーダンスが極小となり、大きな変位が生じる。したがって、駆動装置によれば、低い駆動電圧で大きな変位が得られる。

【0009】本発明に係る駆動装置において、前記摩擦体は、前記可動部の一端と接触するものであってもよい。この場合、可動部の一端は自由端として往復運動することになるので、大きな変位を取り出すことができる。

【0010】本発明に係る駆動装置において、前記摩擦体は、前記可動部の側面と接触するものであってもよい。この場合には、駆動装置の寸法を短くできる。また、振動体は腹の部分を加振することに大きな振幅を得られるので、可動部が振動した際に生ずる腹の部分で摩擦体と接触するように摩擦体と可動部を配置してもよい。

【0011】本発明に係る駆動装置において、前記可動部は側面に突起部を有しており、前記摩擦体は前記突起部と接触するように構成してもよい。例えば、摩擦体を円板状の板で構成した場合には、突起部によって摩擦体の周方向の変位を拡大することができる。

【0012】本発明に係る駆動装置において、前記振動板は、その幅よりも幅狭な括れ部を介して前記可動部の側面に連結されるものであってもよい。この場合には、可動部によって振動板が振られて全体の重心がずれるのを防ぐことができ、この結果、損失が低減する。

【0013】本発明に係る駆動装置は、前記可動部を前記摩擦体に付勢する付勢手段を備えることが好ましい。この場合には、可動部と摩擦体との取り付けにおいて、高い精度を必要としないので、駆動装置の組立が容易となる。

【0014】また、前記付勢手段は、前記可動部に連結し前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、この支持部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えるものであってもよい。この場合、バネ部の反力によって可動部は摩擦体に付勢され

る。ここで、前記支持部は、前記可動部の幅より幅狭な括れ部を介して前記可動部の一端に連結されてもよいし、あるいは、前記可動部の幅より幅狭な括れ部を介して前記可動部の側面と連結されるてもよい。括れ部は幅が狭くなっているから、弹性体として作用する。したがって、可動部の振動がそこで大きく減衰されることはなく、エネルギー効率を向上させることができる。なお、可動部の側面に括れ部を介してバネ部を形成する際には、バネ部を可動部と略平行して設けることが望ましい。この場合には、駆動装置をより小型化できる。

【0015】また、前記付勢手段は、一端が前記可動部に連結し他端が固定され、前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部を備えるものであってもよい。この場合、前記バネ部は、前記可動部の幅より幅狭な括れ部によって構成されることが望ましい。この発明によれば、付勢手段と可動部の支持を兼用することができるので、より簡易に駆動装置を構成することができる。

【0016】また、括れ部は、前記可動部が屈曲振動した際に生じる節の近傍に位置する前記可動部の側面に設けることが好ましい。振動の節は固定点として作用するので、節の近傍に括れ部を設けることによって、機械的なエネルギー損失を低減することができる。

【0017】本発明に係る駆動装置において、前記付勢手段は、前記可動部が振動した際に生じる節において前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、前記可動部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えるものであってもよい。この場合には、節の位置で可動部を支持するので、より一層機械的なエネルギー損失を低減することができる。

【0018】本発明に係る駆動装置は、前記可動部が振動した際に生じる節において前記可動部を固定する固定部を備えるものであってもよい。この場合には、可動部は振動の節で固定されるため、付勢手段が不要となり、構成を簡易にすることができる。

【0019】本発明に係る駆動装置は、前記振動板をその振動の節において支持する支持部を備えるものであってもよい。振動板に加速度が加わると、振動板は変位するが、この発明によれば振動板は支持されているから、振動板の強度を増すことができる。また、支持部は振動の節の位置に設けられ、しかも弹性的に支持するので、振動板の振動を減衰させることなく支持することができる。

【0020】また、前記付勢手段は、前記振動板に連結し前記可動部を面内方向に移動可能に支持する支持部と、この支持部と連結し前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部とを備えるものであってもよい。この場合には、可動部を摩擦体に付勢する付勢手段と振動板を支持する支持手段とを兼用することができる。ここで、前記支持部は、弹性部材を介して前記振動板に連結されるものであってもよく、さらに、前記支持部は、幅

狭な括れ部を介して前記振動板の側面と連結されることが好ましい。この発明によれば、振動板の振動を減衰させないので、機械的なエネルギー損失を低減することができる。

【0021】また、前記付勢手段は、一端が前記振動板に連結し他端が固定され、前記可動部に前記摩擦体方向の力を加えるバネ部を備えるものであってもよい。ここで、前記バネ部は、幅狭な括れ部によって構成されることが好ましい。また、前記括れ部は、前記振動板が振動した際に生じる節の近傍に位置する前記振動板の側面に設けられることが好ましい。この場合には、節の位置で振動板を支持するので、より一層機械的なエネルギー損失を低減することができる。

【0022】本発明に係る駆動装置は、前記振動板の上面あるいは下面の少なくとも一方に隙間をあけて平板状の押さえ部を設けるものであってもよい。この場合には、振動板に大きな加速度が加わり、それが大きく変位する際に、押さえ部によって過大変位が防止されるので、振動板を保護することができる。

【0023】本発明に係る駆動装置は、前記被駆動体の動き量を検出する検出手段を備え、前記駆動手段は前記検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御するものであってもよい。この場合には、被駆動体の動きに応じて駆動することができる。

【0024】本発明に係るカレンダー表示装置は、前記駆動装置を用いて構成され、前記摩擦体はロータであり、非駆動体はリング状の日車であり、伝達手段は減速輪列でってもよい。

【0025】本発明に係るカレンダー表示装置は、前記駆動装置を用いて構成され、前記摩擦体はロータであり、非駆動体はリング状の日車であり、伝達手段は減速輪列でってもよい。

【0026】本発明に係るカレンダー表示装置は、前記減速輪列の回転に連動してその回転をレバーの往復運動に変換する変換部と、前記レバーの動きを検出する日送り検出手段とを備え、前記駆動手段は前記日送り検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御するものであってもよい。また、カレンダー表示装置は、前記日車の回転に連動してその回転をレバーの往復運動に変換する変換部と、前記レバーの動きを検出する日送り検出手段とを備え、前記駆動手段は前記日送り検出手段の検出結果に基づいて、前記駆動信号を制御するものであってもよい。いずれの場合にも、日送り検出手段によって日送り状態が検出されるので、日送り状態に応じて駆動装置を駆動させることができる。

【0027】本発明に係るカレンダー表示装置は、予め定められた時刻を検出する時刻検出手段を備え、前記駆動手段は、前記時刻検出手段の検出結果に基づいて前記駆動信号の供給を開始し、前記日送り検出手段の検出結果に基づいて前記駆動信号の供給を停止するものであつ

てもよい。

【0028】本発明に係るカレンダー表示装置において、前記変換部は、その動作に要する最大トルク時が前記日車の回転に要する最大トルク時と異なるように構成することが好ましい。この場合には、駆動手段で消費されるピーク電流を低減することができる。

【0029】本発明に係るカレンダー表示装置は、前記可動部を前記ロータに付勢する付勢手段を備え、前記ロータは、その一部に径を大きくした径大部を有しており、負荷トルクが大きくなるタイミングと同期して前記径大部が前記可動部と接触するように構成することが好ましい。この場合には、負荷トルクが大きくなるタイミングと同期して、ロータと可動部の摩擦力を増加させることができるので、ロータを円滑に回転させることができる。さらに、径大部においては、ロータの径が大きくなるので、大きな駆動トルクを発生させることができるとなる。

【0030】本発明に係るカレンダー表示装置において、前記減速輪列、前記ロータ、前記可動部、または前記振動板のうち少なくとも一つと前記日車とを厚さ方向に重ねて配置してもよい。この場合にはカレンダー表示装置をより小型化することができる。

【0031】本発明に係る携帯機器は、上述した駆動装置と、この駆動装置に電力を給電する蓄電池とを備えることを特徴としている。この場合、駆動装置はエネルギー効率が極めて良いので、長時間の連続使用が可能となる。なお、蓄電池は、乾電池、水銀電池の他に大容量のコンデンサであってもよく、何らかの発電機構によって蓄電池に電力が充電されるものであってもよい。また、本発明に係る時計は上述したカレンダー表示装置と、このカレンダー表示装置に電力を給電する蓄電池とを備えたことを特徴とする。このカレンダー表示装置は薄型化に適した構造をしているので、時計全体を薄型化することが可能である。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の一実施形態に係る時計について説明する。

【0033】[1. 第1実施形態]

[1-1. 全体構成]図1は、本発明の第1実施形態に係る時計において、圧電アクチュエータを組み込んだカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。圧電アクチュエータA1は、面内方向に伸縮振動する振動板10、L字型の形状をしたステータ20、およびロータ30から大略構成されている。振動板10の振動は、振動板10とステータ20との連結部分で面内方向の屈曲振動に変換される。ロータ30はステータ20と接触しており、ステータ20の屈曲振動によってその外周面が叩かれると、回転方向の駆動力を発生する。

【0034】次に、カレンダー表示機構は、圧電アクチュエータA1と連結しており、その駆動力によって駆動

される。カレンダー表示機構の主要部は、ロータ30の回転を減速する減速輪列とリング状の日車50から大略構成されている。また、減速輪列は日回し中間車40と日回し車60とを備えている。

【0035】ここで、ステータ20は、静止状態において適度な応力でロータ30に押しつけられている。したがって、ステータ20が面内方向に屈曲振動すると、端部21aが矢印方向Xに振動し、ロータ30が時計回り方向に回転する。ロータ30の回転は、日回し中間車40を介して日回し車60に伝達され、この日回し車60が日車50を時計回り方向に回転させる。このように、ステータ20からロータ30、ロータ30から減速輪列、減速輪列から日車50への力の伝達は、いずれも面内方向で行われる。このため、カレンダー表示機構を薄型化することができる。

【0036】図2は本発明の第1実施形態に係る時計の断面図である。図において、斜線部分に、上述した圧電アクチュエータA1を備えたカレンダー機構が組み込まれており、その厚さは0.5mm程度と極めて薄い。カレンダー表示機構の上側には、円盤状の文字板70が設けられている。この文字板70の外周部の一部には日付を表示するための窓部71が設けられており、窓部71から日車50の日付が覗けるようになっている。また、文字板70の下側には、針72を駆動するムーブメント73、および後述する駆動回路100(図示せず)が設けられている。

【0037】以上の構成において、圧電アクチュエータA1は、従来のステップモータのようにコイルやローターを面外方向に積み重ねるのではなく、同一平面内に振動板10、ステータ20およびローター30を配置した構成となっている。このため、構造的に薄型化に適している。このため、カレンダー表示機構を薄型化することができ、ひいては時計全体の厚さを薄くすることができる。さらに、カレンダー表示機構のある時計と、係る表示機構のない時計との間でムーブメント73を共通化することができ、生産性を向上させることができる。

【0038】[1-2.圧電アクチュエータ]次に、本実施形態に用いられる圧電アクチュエータA1について詳細に説明する。図3(a)は、圧電アクチュエータA1の平面図であり、同図(b)はその断面図である。振動板10は、シム部12に圧電素子11a、11bを上面に各々張り合わせたサンドイッチ構造をしている。シム部12は、例えば、リン青銅等の薄板で構成され、弾性板として作用する。このようなサンドイッチ構造をとることにより、振動板10の強度が向上する。したがって、時計を落下した際に掛かる大きな衝撃に対して耐久性を高めることができる。なお、圧電素子11a、11bの材料としては、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、ポリフッ化ビニリデン、チタン酸ジルコン酸鉛、亜鉛酸ニオブ酸鉛

($(Pb(Zn1/3-Nb2/3)03 1-x-Pb Ti 03 x)$ xは組成により異なる。x=0.09程度)、スカンジウムニオブ酸鉛($(Pb\{(Sc1/2Nb1/2)1-x Ti x\}) 03$)xは組成により異なる。X=0.09程度)等の各種のものを用いることができる。

【0039】次に、ステータ20は、L字型の形状をした薄板で構成されている。ステータ20の可動部21は長方形の形状をしており、面内方向に屈曲振動する。可動部21の一端に設けられた括れ部22は、可動部21の幅のよりも狭くなっている。したがって、括れ部22は、可動部21とバネ部23とを弾性的に連結している。板状のバネ部23には、括れ部22より貫通孔が設けられており、貫通孔にはピン24が遊撃されている。バネ部23の先端部23aには、バネ部23の押さえ部材を成すピン25が配置されている。したがって、バネ部23はピン24を中心として反時計回り方向の力をステータ20にかけている。これにより、ステータ20の端部21aは、ロータ30に押しつけられている。すなわち、ピン24はステータ20を回動自在に支持する支持部として機能し、バネ部23はステータ20をロータ30に付勢する手段として機能する。このような付勢手段を用いることによって、部品の寸法や部品の取り付けにあまり高い精度が必要なくなるから、圧電アクチュエータA1を簡易に構成することができる。また、ロータ30は、周面は摺動面を成し端部21aと接触する大径部3aと、大径部3aに同心を成すように固定され外周面に歯が形成された小径部3bとから構成されおり、回動自在に軸支されている。

【0040】ここで、シム部12は圧電素子11a、11bの共通電極として作用し、そこには駆動回路100から接地電位GNDが給電され、圧電素子11aおよび圧電素子11bには駆動信号Vが給電されるようになっている。一般に、圧電素子に印加する電界の方向と変位方向(歪み方向)とが一致する場合を縦効果、電界の方向と変位方向とが直交する場合を横効果というが、この例では横効果を利用して振動板10を振動させている。圧電素子11aと圧電素子11bとの分極方向は、図中の矢印で示すように両者が逆方向となるように設定する。このため、駆動信号Vが印加されると、一方の圧電素子が長手方向に伸びたとき、他方の圧電素子も同時に長手方向に伸び、一方の圧電素子が長手方向に縮むとき、他方の圧電素子も同時に長手方向に縮む。したがって、交流電圧が印加されると、振動板10が長手方向に伸縮運動することになる。同図(b)に示すように圧電素子11a、11bをパラレルに接続すると、低電圧駆動で大きな変位を得ることができる。このため、時計など電池で駆動させる携帯機器への応用に適している。

【0041】以上の構成において、振動板10が振動すると、可動部21の側面が図3(a)中の矢印方向に往復運動する。すると、可動部21に屈曲振動が励起さ

れ、可動部21の端部21aは、ロータ30の外周面を叩くように振動する。これにより、ロータ30に周方向の力が掛かり、ロータ30が回転する。

【0042】ここで、可動部21の屈曲振動について説明する。ステータ20を剛体として考えると、図4

(a)に示すようにステータ20は括れ部22を中心として変位する。この場合、振動板10が変位すると、その変位が括れ部22を中心として、てこの原理によって増幅され、端部21aに伝達される。しかし、ステータ20は、いわゆる片持ち張り構造をしているため、支持部となる括れ部22に大きな応力が掛かり、応力が括れ部22から逃げてエネルギー損失が大きくなる。このため、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率が低下するといった問題がある。

【0043】ところで、機械的な構造物に対して力一定の条件で、加振周波数を徐々に大きくしてゆくと、ある周波数で構造物の振幅は極大値を取り、その後極小値を取るといった応答を繰り返す。すなわち、振幅が極大となる周波数は複数存在し、この各々の極大に対応する各周波数を一括して固有振動周波数という。そして、最も低い固有振動周波数に対応する振動の態様を1次の振動モード、その次に低い固有振動周波数に対応する振動の態様を2次の振動モード、…という。構造物は、これらの振動モードの固有振動周波数で振動する時、その機械的インピーダンスが極小となり、小さな駆動力で容易に大きな変位が得られることが知られている。

【0044】本実施形態に用いられる圧電アクチュエータA1は、この点に着目して構成されたものであり、可動部21の1次の振動モードもしくは高次の振動モードの固有振動周波数にほぼ等しい周波数で可動部21を加振する。図4(b)は、可動部21の1次の振動モードにおける変位を模式的に示したものであり、図4(c)は可動部21の2次の振動モードにおける変位を模式的に示したものである。図4(b)、(c)に示すように、可動部21は面内で屈曲しながら振動する。ここで、可動部をn次の振動モードで振動させるものとすれば、駆動信号Vの周波数をn次のモードの固有振動周波数にほぼ等しい周波数になるように設定する。この圧電アクチュエータA1によれば、可動部21の機械的インピーダンスが極小となるので、小さな駆動力で容易に大きな変位が得られる。なお、以下の説明ではn次の振動モードに対応する可動部21の固有振動周波数をfs(n)で示すこととする。可動部21の減衰係数にもよるが、一般に可動部21を剛体として捉え、その固有振動周波数を考慮することなく加振した場合と比して、数倍から数千倍の変位を得ることができる。

【0045】ところで、振動体には、振動時に全く変位しない節と呼ばれる部分と、振動時に最も変位する部分である腹と呼ばれる部分がある。振動体を最も効率良く振動させるには、節を支持して腹に近い部分を加振すれ

ばよい。このため、圧電アクチュエータA1において、振動板10の取り付け位置は、ステータ20が屈曲振動した場合に腹の近傍となるように設定している。

【0046】この圧電アクチュエータA1によれば、固有振動周波数fs(n)とほぼ等しい周波数でステータ20を加振するから、ステータ20の機械的インピーダンスを大幅に減少させることができる。したがって、ステータ20を剛体として捉え、その固有振動周波数fs(n)を考慮することなく加振した場合と比較して、端部21aのからより大きな変位を取り出すことができる。

【0047】[1-3. カレンダー表示機構]

[1-3-1. カレンダー表示機構の構成]次に、カレンダー表示機構の構成を、図1およびその断面図である図5を参照しつつ説明する。図において、地板1は、各部品を配置するための第1の底板であり、また、地板1'は、地板1に対して部分的に段差を持った第2の底板である。日回し中間車40は、大径部4bとこれと同心を成すように固定され大径部4bよりも若干小径に形成された小径部4aとから構成されている。小径部4aの周面は略正方形に切り欠かれ、切欠部4cが形成されている。また、地板1'には日回し中間車40のシャフト41が形成されており、日回し中間車40の内部にはシャフト41と連結する軸受け(図示せず)が形成されている。したがって、日回し中間車40は、地板1'に対して回動自在に設けられている。なお、ロータ30も内部に軸受け(図示せず)を有しており地板1に対して回動自在に軸支されている。

【0048】次に、日車50は、リング状の形状をしており、その内周面に内歯車5aが形成されている。日回し車60は五歯の歯車を有しており、内歯車5aに噛合している。また、日回し車60の中心にはシャフト61が設けられており、日回し車60を回動自在に軸支している。シャフト61は、地板1'に形成された貫通孔62に遊撃されている。貫通孔62は日車50の周回方向に沿って長く形成されている。

【0049】次に、板バネ63は、その一端は地板1'に固定され、他端はシャフト61に固定されている。これにより、板バネ63は、シャフト61および日回し車60を付勢する。また、この板バネ63の付勢作用によって日車50の揺動も防止される。

【0050】次に、板バネ64は、一端が地板1'にねじ止めされており、その他端には略V字状に折り曲げられた先端部64aが形成されている。また、接触子65は、日回し中間車40が回転し先端部64aが切欠部4cに入り込んだときに板バネ64と接触するように配置されている。板バネ64には所定の電圧が印加されており、接触子65に接触すると、その電圧が接触子65にも印加される。したがって、接触子65の電圧を検出することによって、日送り状態を検出することができる。なお、内歯車5aに噛合する手動駆動車を設け、ユーザ

が龍頭（図示せず）に対して所定の操作を行うと、日車50を駆動するようにしてもよい。

【0051】[1-3-2. カレンダー表示機構の動作] カレンダーの自動更新動作について図1を参照しつつ説明する。各日において午前0時になると、午前0時になったことが検出され、駆動回路100から駆動信号Vが圧電素子11a, 11bに供給される。すると、ステータ20の端部21aが面内方向に屈曲振動する。これにより、ロータ30が時計回り方向に回転すると、日回し中間車40が反時計回り方向に回転を開始する。

【0052】ここで、駆動回路100は、板バネ64と接触子65が接触した時に駆動信号Vの供給を終了するように構成されている。板バネ64と接触子65とが接触する状態では先端部64aが切欠部4cに入り込んでいる。したがって、日回し中間車40は、そのような状態から回転を開始する。

【0053】日回し車60は板バネ63によって時計回り方向に付勢されているため、小径部4aは日回し車60の歯6a, 6bに摺動しつつ回転することになる。その途中で切欠部4cが日回し車60の歯6aの位置に達すると、歯6aが切欠部4cと噛合する。その際、日回し車60の外接円はC1に示す位置にまで移動している。

【0054】次に、日回し中間車40が引き続き反時計回り方向に回動すると、日回し車60は日回し中間車40に連動して1歯分、すなわち「1/5」周だけ時計回り方向に回動する。さらに、これに連動して、日車50が時計回り方向に1歯分（1日の日付範囲に相当する）だけ回動される。なお、月内の日数が「31」に満たない月の最終日においては、上記動作が複数回繰返され、暦に基づく正しい日が日車50によって表示されることになる。

【0055】そして、日回し中間車40が引き続き反時計回り方向に回動して、切欠部4cが板バネ64の先端部64aの位置に達すると、先端部64aが切欠部4cに入り込む。すると、板バネ64と接触子65とが接触して、駆動信号Vの供給が終了し、日回し中間車40の回転が停止する。したがって、日回し中間車40は、1日に1回転することになる。

【0056】ところで、圧電アクチュエータA1の負荷は、1) 板バネ64の先端部64aが切欠部4cに入り込んだ状態から抜け出るまでの第1の期間と（回転の開始時）、2) 切欠部4cが日回し車60と噛合して日車50を回動させている第2の期間において、増大する。圧電アクチュエータA1の負荷が増大すると、ロータ30とステータ21との滑りが増し、最悪の場合にはロータを駆動することができなくなる。しかしながら、この例の機構系では、第1の期間と第2の期間とが重ならないようになっている。すなわち、日送り状態の検出のために必要とされる最大トルク時と、日車50を駆動する

ために必要とされる最大トルク時とをずらしている。したがって、圧電アクチュエータA1のピーク電流を抑圧することができ、この結果、電源電圧をある電圧値以上に維持して、確実に時計を動作させることができる。

【0057】[1-4. 駆動回路] 次に、図6は、駆動回路100のブロック図であり、図7は駆動回路100のタイミングチャートである。午前0時検出手段101は、ムーブメント73（図2参照）に組み込まれた機械的なスイッチであり、午前0時になると、図7(a)に示す第1の制御パルスCTLaを出力する。また、日送り検出手段102は、上述した板バネ64と接触子65を主要部とするものであり、板バネ64と接触子65が接触すると図7(b)に示す第2の制御パルスCTLbを出力する。

【0058】次に、制御回路103は、第1の制御パルスCTLaと第2の制御パルスCTLbに基づいて、発振制御信号CTLcを生成する（図7(c)参照）。制御回路103は、例えば、SRフリップフロップで構成し、第1の制御パルスCTLaをセット端子に供給するとともに、第2の制御パルスCTLbをリセット端子に供給するようすればよい。この場合には、図7(c)に示すように、第1の制御パルスCTLaがローレベルからハイレベルに立ち上がりると、発振制御信号CTLcはローレベルからハイレベルに変化し、その状態が第2の制御パルスCTLbの立ち上がりまで維持され、そのタイミングでハイレベルからローレベルに変化する。

【0059】次に、発振回路104は、ステータ20の振動モードの次数をn次としたとき、発振周波数が $f_s(n)$ とほぼ等しくなるように構成されている。なお、発振回路104は、例えば、コルピツ型の形式で構成すればよい。また、この発振回路104への給電は発振制御信号CTLcによって制御されるようになっており、発振制御信号CTLcがハイレベルのとき給電され、ローレベルのとき給電が停止されるようになっている。したがって、発振回路104の出力である駆動信号Vの信号波形は、図7(d)に示すように発振制御信号CTLcがハイレベルのとき振れるものとなる。

【0060】上述したように日回し中間車40は1日に1回転するが、その期間は午前0時から開始する限られた時間である。したがって、発振回路104は当該期間のみ発振していれば足りる。この例の駆動回路100にあっては、発振回路104への給電を発振制御信号CTLcによって制御することにより、日回し中間車40を回動させる必要のない期間は、発振回路104の動作を完全に停止させている。したがって、発振回路104の消費電力を削減することができる。

【0061】[2. 第2実施形態] 本発明の第2実施形態に係る時計は、圧電アクチュエータの構成を除いて、第1実施形態の時計と同様に構成されている。図8は、第2実施形態に係る圧電アクチュエータA2の平面図であ

る。ロータ30は可動部21の面内方向の屈曲振動により回転するが、この例の可動部21は側面でロータ30に接触させてある。したがって、この例の圧電アクチュエータA2は、第1実施形態の圧電アクチュエータA1と比較して、縦方向の長さLを短くすることができ、小型化できる。

【0062】また、圧電素子11a, 11bには、ステータ20(可動部21)の固有振動周波数をfs(n)としたとき、fs(3)の周波数を有する駆動信号Vが駆動回路100から給電されるようになっている。圧電アクチュエータA2のように括れ部22で支持され、他方の端部が自由端となっている振動体は、いわゆる片持ち張り構造している。片持ち張り構造の振動体に3次モードの振動を励起すると三力所で腹が生じる。第1実施形態で説明したように振動板10は腹の位置に取り付ける。ここで、可動部21とロータ30とは他の腹の付近で接触するように配置する。具体的には、括れ部22から可動部21の端部までの長さをLsとしたとき、振動板10を0.16Lsの位置に、可動部21とロータ30の接点を0.78Lsの位置から少しずらした位置に設定する。可動部21とロータ30を腹から少しずらした位置に配置したのは、腹の部分は振動体が最も大きく変位する箇所であるがここに可動部21とロータ30の接点をもつくると、可動部21がロータ30を押す力は法線方向の成分のみとなるので、配置を少しずらして、回転方向の力を発生させるためである。このように可動部21とロータ30との位置関係を設定することによって、ステータ20から大きな変位を取り出すことができる。

【0063】また、図9に示すように、ロータ30と接触する可動部21の側面に、突起部21bを設けるようにしてもよい。この場合には、ロータ30の回転方向の変位量をより拡大して取り出すことができる。したがって、より大きな駆動力でロータ30を回転させることができるとなる。

【0064】[3.第3実施形態]本発明の第3実施形態に係る時計は、圧電アクチュエータの構成を除いて、第2実施形態の時計と同様に構成されている。図10は、第3実施形態に係る圧電アクチュエータA3の平面図である。圧電アクチュエータA3は、可動部21の側面に括れ部22'を有しており、括れ部22'によってバネ部23が連結されている。バネ部23は、ピン24によって回転自在に軸支されており、ピン25から受ける反力によって、可動部21をロータ30に押しつけている。この例では、可動部21の側面側に支持するための部材を設けたので、第2実施形態の圧電アクチュエータA2と比較して、より一層、縦方向の長さLを短くすることができる。

【0065】ここで、括れ部22'は、可動部21が3次の振動モードで振動した場合に生じる節210の位置において、振動板10と反対側の側面に設けられてい

る。振動板10に供給される駆動信号Vの交流周波数は、可動部21の固有振動周波数fs(3)とほぼ等しくなるに設定されている。

【0066】以上の構成において、振動板10が伸縮振動すると、可動部21には面内で屈曲しながら3次の振動モードが励起される。可動部21の長手方向は自由端であるから、振動の節210は可動部21の長さをLsとすると、0.1Lsの位置に生ずる。ここで、振動の節210は固定点として作用する。この例では、括れ部22'が節210に対応する可動部21の側面に設けられているから、括れ部22'には大きな応力がかからず、あまり変形しない。したがって、可動部21の端部に括れ部22'を設けた場合と比較して、括れ部22'では、機械的なエネルギーの損失を低減することができる。また、そこにある応力も小さいことから、機械的な強度を得るために括れ部22'の幅を多少広くしても、機械的なエネルギーの損失がそれほど増加しない。この例では、ピン24によって、ステータ20を回転自在に支持したが、ステータ20の支持の態様としては、この他に以下に述べる2態様がある。

【0067】[3-1.第1の態様]図11は、第1の態様に係る圧電アクチュエータA3の平面図である。この例では、バネ部23に設けたピン24でステータ20を支持する替わりに、可動部21の節210に貫通孔を設け、そこにピン24'を挿入して、面内方向に回転自在に支持している。この場合は、可動部21の節210でステータ20を支持することになるので、支持部に係る応力をより小さくすることができる。したがって、可動部21が屈曲振動する際の機械的なエネルギー損失をより一層低減することができる。

【0068】[3-2.第2の態様]図12は、第2の態様に係る圧電アクチュエータA3の平面図であり、図13はその断面図である。この例では、バネ部24を省略し、可動部21の節210を地板1に直接固定している。固定の方法としては、図に示すようにスポット溶接であっても良いし、あるいは、ねじ止めによって固定するようにしてもよい。また、可動部21とロータ30とは、静止状態においてそれらの間に適度な応力が掛かるように配置される。この例によれば、バネ部24を省略することができるので、構成を簡単にすことができ、さらに、スポット溶接を採用すれば、圧電アクチュエータA3の組立を簡易にすることができる。

【0069】[4.第4実施形態]本発明の第4実施形態は、上述した第1～第3実施形態に係る圧電アクチュエータにおいて、振動板10とステータ20との間の連結部の改良に関するものである。図14は、第4実施形態に係る圧電アクチュエータA4の平面図であり、図15は、その断面図である。この圧電アクチュエータA4は、振動板10とステータ20とを括れ部13によって連結している。括れ部13は、シム部12の一部として

形成されており、その幅が振動板10の幅よりも狭くなっている。このため、括れ部13は弾性体として作用する。

【0070】このように、括れ部13を介して振動板10とステータ20とを連結したのは、以下の理由による。すなわち、ステータ20の可動部21は面内方向に屈曲振動するため、振動板10は可動部21の屈曲振動に伴って、面内方向の力が掛かかり、図14に示す矢印201方向に振られてしまう。一方、振動板10は長手方向に振動しているが、矢印201方向に振られることによって、全体の重心がずれてしまう。このため、固定部にかかる力が増し、損失が増加する。そこで、この例にあっては、振動板10と可動部21との間に、弾性体として作用する括れ部13を設けることによって、可動部21によって振動板10が振られて全体の重心がずれるのを防いでいる。

【0071】なお、図3(a)に示す第1実施形態の圧電アクチュエータA1、図9に示す第2の変形例に係る圧電アクチュエータA2、図10～図12に示す第3実施形態の圧電アクチュエータA3においても、振動板10とステータ20とを上述した括れ部13を介して連結してもよいことは勿論である。

【0072】[5. 第5実施形態]本発明の第5実施形態は、上述した第1～第4実施形態に係る圧電アクチュエータにおいて、衝撃力に対する補強部を設けたものである。図16は、第5実施形態に係る圧電アクチュエータA5の平面図であり、図17は、その断面図である。なお、振動板10は、その固有振動周波数 f_p で振動するものとする。この圧電アクチュエータA5において、振動板10の側面から若干離れた位置に、コの字型の形状をした縦長の堤部14、15が地板1に対して固定されている。括れ部13から振動板10の端部10aまでの長さを L_p としたとき、堤部14、15の中心は、振動板10の振動の節近傍に設けられている。この堤部14、15と振動板10との隙間には、樹脂状の接着材14a、15aが挿入されている。したがって、振動板10はその側面で弾性的に支持される。これにより、時計を落とした場合などに、衝撃力が圧電アクチュエータA5に掛かっても、衝撃力から圧電アクチュエータA5を保護することができる。

【0073】また、振動板10のm次の振動モードにおける固有振動周波数を $f_p(m)$ で表すものとすれば、振動板10の固有振動周波数 $f_p(m)$ が可動部21の固有振動周波数 $f_s(n)$ と略一致するように振動板10と可動部21とが構成されている。圧電素子11a、11bには、振動板10の固有振動周波数 $f_p(m)$ と略一致する周波数を有する駆動信号Vが供給されるようになっている。したがって、振動板10は、括れ部13を支持端とし振動板10の端部10aを自由端として、長手方向にm次の振動モードで振動する。振動の節は変位がないので、こ

のような位置で振動板10を支持することにより、振動板10の振動を減衰させることなく支持することができる。また、縦振動の節は直線状に発生するから、この例のように節に対応する振動板10の側面に堤部14、15を設けても、機械的なエネルギー損失をほとんど発生させることなく、振動板10を支持することができる。

【0074】振動板10に衝撃力が掛かかると、括れ部13と接着材14a、15aを支持部として振動板10が変位するが、その大きさが極めて大きい場合には、括れ部13が破損したり、あるいは、括れ部13と連結しているステータ20が変形するおそれがある。そこで、振動板10の過大変位を防止する機構が必要となる。上押さえ部16と下押さえ部17とは、このために設けられたものである。振動板10の上側には、隙間をおいて上押さえ部16が設けられている。上押さえ部16は、略L字型の形状をしており、地板1にねじ止めされている。一方、振動板10の下側には、隙間をおいて下押さえ部17が地板1の上に固定されている。これらの隙間の距離は、通常の使用状態において振動板10が上下方向に変位した際に上押さえ部16や下押さえ部17と接触しないように設定されている。したがって、通常の使用状態では支障がない。また、上押さえ部16と下押さえ部17とによって、振動板10の変位が規制されるので、極めて大きな衝撃力から圧電アクチュエータA5を保護することができる。

【0075】[6. 第6実施形態]上述した第1～第4実施形態に係る圧電アクチュエータは、いずれも可動部21の一端に設けられた括れ部22を介してバネ部21と連結されており、このバネ部23によって、可動部21をロータ30に押しつける力が与えられていた。これに対して、第6実施形態では、可動部21をロータ30に押しつける他の機構に関するものであり、以下に述べる4つの態様がある。

【0076】[6-1: 第1の態様]図18は第6実施形態の第1の態様に係る圧電アクチュエータA61の平面図である。この例の圧電アクチュエータA61には、振動板10の側面に一端が連結する括れ部611および612を設けてある。これらの括れ部611および612は、シム部12と一体の板で構成されており、その幅が狭くなっている。そして、括れ部611および612の他端は、堤部613および614によって固定されている。

【0077】ここで、括れ部611および612は、図に示すように振動板10の振動の節Zと略一致するように配置されている。したがって、括れ部611および612を用いると、振動板10の振動を減衰させることができないので、機械的なエネルギー損失をほとんど発生させることなく、振動板10を支持することができる。また、括れ部611および612はその幅が狭くなっているので、弾性部材(バネ部材)として機能する。この場合、括れ部611および612の固定部に相当する堤部

613および614は、括れ部611および612の弾性力(バネ力)によって、可動部21をロータ30に押しつけることができるよう配置されている。すなわち、括れ部611および612は上述した第1～第5実施形態で説明したバネ部23の機能を有する。また、括れ部611および612は、可動部21でなく振動板10を弾性的に支持するので、落下等の大きな衝撃力に対して耐久性を増すことができ、衝撃力に弱い圧電素子11を保護することができる。さらに、圧電アクチュエータA61は、図18に示す縦方向の長さLを図3(a)に示すものと比較して短くすることができる。このため、時計のカレンダー表示機構として使用した場合に占有面積を削減し、他の構成部品をレイアウトする際に自由度を増すことができる。

【0078】[6-2:第2の態様]図19は第6実施形態の第1の態様に係る圧電アクチュエータA61の平面図である。この例の圧電アクチュエータA62には、振動板10の側面にその幅が狭い括れ部621を介してバネ部622と連結されている。バネ部622は、ピン623によって回動自在に軸支されており、ピン624から受ける反力によって、可動部21をロータ30に押しつけている。また、括れ部621は振動板10の振動の節Zと略一致するよう配置されている。これにより、機械的なエネルギー損失をほとんど発生させることなく、振動板10を支持することができる。また、括れ部621は、振動板10を弾性的に支持するので、落下等の大きな衝撃力に対して耐久性を増すことができ、衝撃力に弱い圧電素子11を保護することができる。さらに、圧電アクチュエータA62は、図19に示す縦方向の長さLを図3(a)に示すものと比較して短くすることができる。

【0079】[6-3:第3の態様]図20は第6実施形態の第3の態様に係る圧電アクチュエータA63の平面図である。この例の圧電アクチュエータA63には、振動板10の一方の側面にその幅が狭い括れ部631を介して支持部633と連結されている。この支持部623はピン633によって回動自在に軸支されている。また、振動板10の一方の側面にはバネ部634が形成されており、ピン635から受ける反力によって、可動部21をロータ30に押しつけている。また、括れ部631およびバネ部634は振動板10の振動の節Zと略一致するよう配置されている。これにより、機械的なエネルギー損失をほとんど発生させることなく、振動板10を支持することができる。また、括れ部631は、振動板10を弾性的に支持するので、落下等の大きな衝撃力に対して耐久性を増すことができ、衝撃力に弱い圧電素子11を保護することができる。さらに、圧電アクチュエータA63は、図24に示す縦方向の長さLを図3(a)に示すものと比較して短くすることができる。

【0080】[6-4:第4の態様]図21は第6実施形

態の第4の態様に係る圧電アクチュエータA64の平面図である。この例の圧電アクチュエータA64には、可動部21の側面に一端が連結する括れ部641および642を設けてある。これらの括れ部641および642は、可動部21と一体の板で構成されており、その幅が狭くなっている。そして、括れ部641および642の他端は、堤部643および644によって固定されている。

【0081】ここで、括れ部641および642は、図に示すように可動部21の振動の節に対応する側面に連結されている。したがって、括れ部641および642を用いると、機械的なエネルギー損失をほとんど発生させることなく、可動部21を支持することができる。また、括れ部641および642はその幅が狭くなっているので、弾性部材(バネ部材)として機能する。この場合、括れ部641および642の固定部に相当する堤部643および644は、括れ部641および642の弾性力(バネ力)によって、可動部21をロータ30に押しつけることができるよう配置されている。すなわち、括れ部641および642は上述した第1～第5実施形態で説明したバネ部23の機能を有する。さらに、圧電アクチュエータA64は縦方向の長さLを図3(a)に示すものと比較して短くすることができる。

【0082】[7.第7実施形態]第1実施形態のカレンダー表示機構では、板バネ64および接触子65によって、日送り中間車40から日送り状態を検出し、この検出結果に基づいて駆動信号Vを制御した。第7実施形態は、日送り状態を検出するための他の構成例に関するものであり、以下に述べる3態様がある。

【0083】[7-1.第1の態様]図22は、第1の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。このカレンダー表示機構が図1に示す第1実施形態のカレンダー表示機構と相違するのは、板バネ64および接触子65の替わりに、板状の日ジャンパー66と接触子67が用いられる点である。日ジャンパー66はその端部において地板1に固着されており、日車50の内歯車5aに付勢されている。日ジャンパー66は三角形状をした先端部66aと細長いレバーパー66bとを備えており、レバーパー66bは弱いバネとして作用する。この日ジャンパー66は日車50の回転に連動してその回転をレバーパー66bの往復運動に変換する変換部として作用する。

【0084】ここで、接触子67は、先端部66aが内歯車5aの歯先に乗り上げた状態でレバーパー66bと接触し、先端部66aが内歯車5aに噛み合う状態(図示する状態)で非接触となる位置に設けられている。この例では、接触子67とレバーパー66bとの接触状態を検出することによって、日車50の日送り状態を検知している。

【0085】各日において午前0時になると、駆動回路100は駆動信号Vの供給を開始する。ここで、駆動回路100は、接触子67とレバーパー66bとの接触状態

が、「接触」から「非接触」に変化したことを検出して、駆動信号Vの供給を停止するように構成されている。したがって、非接触の状態、すなわち、先端部6 6 aが内歯車5 aと噛み合った状態から、ロータ3 0の回転が開始する。

【0086】ロータ3 0が時計回り方向に回転すると、これに伴って日回し中間車4 0が反時計回り方向に回転する。日回し中間車4 0の切欠部4 cが日回し車6 0の歯6 aの位置に達すると、歯6 aが切欠部4 cと噛合する。日回し中間車4 0が引き続き時計回り方向に回転すると、日回し車6 0は日回し中間車4 0に連動して1歯分、すなわち「1/5」周だけ反時計回り方向に回転する。これに連動して、日車5 0が時計回り方向に回動される。

【0087】この回動に伴って、日ジャンパー6 6の先端部6 6 aは、内歯車5 aの歯先に乗り上げ、時計の中心方向に移動する。この際、レバー部6 6 bは接触子6 7と接触する。接触状態は、先端部6 6 aが内歯車5 aの歯先に乗り上げている期間中継続する。さらに、日車5 0が回動すると、先端部6 6 aが内歯車5 aと噛み合ない、接触状態から非接触状態に変化する。すると、駆動信号Vの供給が停止し、日車5 0の回動が停止する。すなわち、日車5 0は1日に1歯分回転する。

【0088】このように第1の態様にあっては、日ジャンパー6 6と接触子6 7とを用いて日車5 0の日送り状態を直接検出し、この検出結果に基づいて日車5 0を回転させるようにしたので、駆動信号Vを必要な期間のみ供給することができる。

【0089】[7-2.第2の態様]図2 3は、第2の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。このカレンダー表示機構が図1に示す第1実施形態のカレンダー表示機構と相違するのは、板バネ6 4および接触子6 5の替わりに、日送り検出車8 0、板バネ8 1（レバー）および接触子8 2を用いる点である。日送り検出車8 0は五歯の歯車を有しており、内歯車5 aに噛合している。この日送り検出車8 0の中心にはシャフトが設けられており、日送り検出車8 0を回動自在に軸支している。板バネ8 1はごく弱いバネ性を有しており、一端が地板1に固着されている。また、板バネ8 1は、バネの力によって日送り検出車8 0に付勢されている。したがって、板バネ8 1は、日送り検出車8 0の回転に伴って、往復運動する。すなわち、日送り検出車8 0は、日車5 0の回転と連動して、その回転をレバーの往復運動に変換する変換部として作用する。

【0090】ここで、接触子6 8は、日送り検出車8 0の歯先が内歯車5 aの歯元にある状態（図示する状態）では非接触の状態となり、日送り検出車8 0の歯先が内歯車5 aの歯元からある程度離れると接触する位置に設けられている。この例では、接触子8 1と板バネ8 2の接触状態を検出することによって、日車5 0の日送り状

態を検知している。

【0091】各日において午前0時になると、圧電アクチュエータの駆動が開始される。ここで、駆動回路1 0 0は、接触子8 2と板バネ8 1との接触状態が、「接触」から「非接触」に変化したことを検出して、駆動信号Vの供給を停止するように構成されている。したがって、非接触の状態、すなわち、日送り検出車8 0の歯先が内歯車5 aの歯元にある状態から、ロータ3 0の回転が開始する。ロータ3 0の回転方向の力は、日回し中間車4 0および日回し車6 0を介して日車5 0に伝達され、これによって日車5 0が時計回り方向に回動する。

【0092】図示する状態から、日送り検出車8 0が日車5 0の回動に連動して回転を開始したとすると、日送り検出車8 0を回転に要する力は、歯8 0 aが板バネ8 1に当接して板バネ8 1が接触子8 2と接触している期間が最大となる。一方、日回し車6 0の回転に要する力は、歯6 aが切欠部4 cと歯合して日回し車6 0の回転を開始させる時点で最大となる。

【0093】板バネ8 1は、日回し車6 0がある程度回転した時に接触子8 2と接触するので、日回し車6 0の負荷が最大になる時点と、日送り検出車8 0の負荷が最大になる時点とは時間的にずれている。すなわち、日送り状態の検出のために必要とされる最大トルク時と、日車5 0を駆動するために必要とされる最大トルク時とをずらすように設定してある。このようにトルク負荷のタイミングをずらすことにより、圧電アクチュエータの必要最大出力を低く抑えることができる。よって、圧電素子の大きさを小さくすることができ、駆動のための電力を減らすことができる。

【0094】[7-3.第3の態様]図2 4は、第3の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。このカレンダー表示機構が図1に示す第1実施形態のカレンダー表示機構と相違するのは、切欠部4 cを有する日回し中間車4 0の替わりに日回し中間車4 0'を設けた点、日回し切欠部4 cを有する日回し中間車4 0の替わりに日回し中間車4 0'を設けた点、日回し車6 0の替わりにカム6 0 aを有する日回し車6 0'を設けた点、板バネ6 4（レバー）と接触子6 5の替わりに板バネ8 3と接触子8 4を設けた点である。

【0095】日回し中間車4 0'は、大径部4 0 aと小径部4 0 bと有しており、地板1に対して回転自在に軸支されている。また、大径部4 0 aと小径部4 0 bの外周面には歯が形成されており、大径部4 0 aはロータ3 0の小径部3 0 bと歯合している。また、日回し車6 0'は、カム6 0 aと同一のシャフトによって地板1に対して回転自在に軸支されている。また、日回し車6 0'の外周面には歯が形成されており、日回し中間車4 0'の小径部4 0 bおよび日車5 0の内歯車と歯合している。ここで、日回し中間車4 0'が1/2回転すると、日車5 0は1日分の日送りができるようになってい

る。また、板バネ83はごく弱いバネ性を有しており、一端が地板1に固定されている。また、板バネ83は、バネの力によってカム60aに付勢されている。したがって、板バネ83は、日回し車60'の回転に連動して変位する。すなわち、カム60aは、減速輪列の回転に連動してその回転を板バネ83(レバー)の往復運動に変換する変換部として機能する。

【0096】ここで、接触子84は、接触子84と板バネ83との状態が接触状態から非接触状態へ変化したとき、日車50の1日分の日送りが終了する位置に配置されている。図示する状態が日送りが終了した状態である。このため、接触子84と板バネ83の接触状態・非接触状態を検出することによって、日車50の日送り状態を検知している。

【0097】各日において午前0時になると、午前0時になったことが検出され、圧電アクチュエータの駆動が開始される。ここで、駆動回路100は、接触子67とレバ一部66bとの接触状態が、「接触」から「非接触」に変化したことを検出して、駆動信号Vの供給を停止するように構成されている。したがって、図示する状態から、ロータ30の回転が開始する。カム60aが日回し車60'の回転に連動して回転を開始しすると、カム60aの回転に要する力は、カム60aが板バネ83を押して、板バネ83が接触子84と接触している期間が最大となる。一方、日回し車60の回転に要する力は、日車50の回転を開始させる時点で最大となる。

【0098】板バネ83は、カム60aがある程度回転した時に接触子84と接触するので、カム60aの負荷が最大になる時点と、日回し車60'の負荷が最大になる時点とを時間的にずらしている。すなわち、日送り状態の検出のために必要とされる最大トルク時と、日車50を駆動するために必要とされる最大トルク時とをずらすことができる。したがって、圧電アクチュエータA1のピーク電流を抑圧することができ、この結果、電源電圧をある電圧値以上に維持して、確実に時計を動作させることができる。

【0099】なお、カム60aの形状は、日車50の1日分の日送りに必要とされる日回し車60'の回転量に応じて定めればよい。日回し車60'が $1/n$ (nは3以上の整数)回転すると日車50の1日分の日送りが完了するのであれば、n角形の形状をしたカム60aを用いればよい。

【0100】[8.第8実施形態]第1実施形態のカレンダー表示機構では、圧電アクチュエータA1から得られるトルクは常に一定であった。これに対して、第8実施形態は、日車50を駆動するために大きなトルクが必要となるタイミングと同期して、圧電アクチュエータA1から発生するトルクを増大させるものである。

【0101】図25は、第8実施形態に係るカレンダー表示機構の主要部の構成を示す平面図である。第8実施

形態のカレンダー表示機構は、ロータ30および日回し中間車40の構成を除いて、第1実施形態と同様に構成されている。この例のロータ31は、外周が摺動面となっている大径部31aと歯が形成されている小径部31bとを有しており、地板1に対して回転自在に軸支されている。大径部31aには、その一部に径を大きくした径大部300が形成されている。また、大径部31aには、可動部21がバネ部23の反力によって押しつけられている。ロータ31は、可動部21との間に生じる周方向の摩擦力によって回転する。摩擦力は径大部300と可動部21とが接触する位置で最大となる。したがって、この圧電アクチュエータによって発生するトルクは、ロータ31の回転に同期して増加減少し、図に示す位置で最大となる。

【0102】日回し中間車41は、大径部41aと小径部41bとを備えており、回転自在に軸支されている。大径部41aの外周面には歯が形成されており、ロータ31の小径部31bと歯合している。なお、これらの歯車の減速比は1/4に設定されている。したがって、ロータ30が1回転すると、日回し中間車41は1/4回転することになる。

【0103】日回し中間車41の小径部41bの外周は摺動面となっており、そこには等間隔で4つの切欠部41c1~41c4が形成されている。これらの切欠部41c1~41c4のいずれかと日回し車60とが歯合して、日回し中間車41が回転すると、これに連動して日車50(図示せず)が回動する。したがって、日回し中間車41の回転において、日回し車60の歯が小径部41bと摺動している期間は小さな負荷となり、日回し車60が切欠部41c1~41c4と歯合して回転している期間が大きな負荷となる。

【0104】この例にあっては、図に示すように日回し車60が切欠部41c1と歯合するとき、ロータ30の径大部300が可動部21と接触するようになっている。また、切欠部41c1~41c4を小径部41bに等間隔に設け、ロータ31と日回し中間車41の減速比を1/4に設定してある。したがって、日車50を駆動するために大きなトルクが必要となるタイミングと同期して、ロータ31とステータ20との間の摩擦力を増大させ、圧電アクチュエータA1から発生させるトルクを大きくさせることができる。

【0105】[9.変形例]

(1) 上述した各実施形態において、圧電アクチュエータおよび減速輪列は日車50の内側に組み込んだが、本発明は、これに限定されるものではなく、圧電アクチュエータの一部や減速輪列の一部が日車50と厚さ方向に重なるように配置してもよい。図26は、この変形例に係るカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図であり、図27はその部分断面図である。この例では、ステータ20とロータ30の大径部が接触しており、その小

径部が日回し車90の大径部と歯合している。また、日回し車90の小径部は日車50の内歯車に歯合している。そして、振動板10、ステータ20、ロータ30、および日回し車90の一部が、日車50の下に構成されている。このように日車50の下にカレンダー表示機構の一部を配置すると、時計の径を小さくすることができる。したがって、男性用の径が比較的大きい時計と、女性用の径が比較的小さい時計との間でカレンダー表示機構を兼用することができる。

【0106】(2) 上述した各実施形態において、圧電アクチュエータの振動次数は一次、二次、および三次を主として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、さらに高次の振動であってもよいことは、勿論である。

【0107】(3) 上述した各実施形態において、シム部12、可動部21、括れ部22、およびバネ部23は、一枚の板状部材で形成するとともに、シム部12に薄板状の圧電素子11を設けることによって振動板10を構成するようにしてもよい。この場合には、圧電アクチュエータの主要部を二つの部品から構成することができる、構成を非常に簡易にすることができます。

【0108】(4) 上述した各実施形態は、カレンダー表示機構の日車50を回転させるものであったが、圧電アクチュエータによって、曜車を回転させてもよい。また、腕時計のカレンダー表示機構だけでなく、時刻、月、年、月齢、太陽位置、さらには、水深、気圧、温度、湿度、方位、速度などを表示する装置の駆動装置として利用できることは勿論である。例えば、絵本やカードの中に組み込むからくりの駆動装置としても応用することができる。また、特に、圧電アクチュエータは、エネルギー効率が極めて高いので、電池で駆動する携帯機器に適用することができが好ましく。この場合には、使用時間を長時間化することができる。なお、電池は、乾電池、水銀電池等の一次電池の他に大容量のコンデンサ、リチウムイオン電池、N i - C d 等の蓄電可能な二次電池であってもよい。さらに、何らかの発電機構によって二次電池に電力が充電されるものであってもよい。

【0109】(5) 上述した各実施形態では、ステータ20にその固有振動周波数に応じた面内方向の屈曲振動を励起させる例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ステータ20にねじれ振動や、長手方向の伸縮振動を励起させるものであってもよい。これらの場合には、ねじれ振動あるいは撓み振動といった振動の種類に応じて定まるステータ20の固有振動周波数で振動板10を駆動することになる。また、振動板10にねじれ振動や上下方向(紙面垂直方向)に撓み振動を励起させてもよい。ところで、ステータ20にねじれ振動を励起させる場合には、図28に示すようにステータ20の上面に振動板10を連結するしてもよい。この場

合には、振動板10がステータ20の上面を加振することになるので、ステータ20に大きなねじれを励起することができる。すなわち、振動板10は、ステータ20の側面に連結されるとは限らず、要は、ステータ20に予め定められた振動態様(屈曲、ねじれ、伸縮等)を励起できる力を加えるように配置されればよい。

【0110】(6) 上述した各実施形態では、バネ部等の弾性部材によって可動部21をロータ30に付勢する付勢力を与え、可動部21を回転可能に指示することにより、可動部21をロータ30に押しつけたが、本発明はこれに限定されるものではなく、可動部21をロータ30の方向に移動可能に指示するのであれば、どのような構成であってもよい。

【0111】

【発明の効果】以上説明したように本発明の発明特定事項によれば、可動部を固有振動周波数の自然数倍の周波数で振動させることができるので、可動部の機械的なエネルギー損失を低減させることができ、高いエネルギー効率の下に、大きな変位を取り出すことができる。また、この発明のカレンダー表示装置は、薄型化に適しており、しかも簡単に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る時計において、圧電アクチュエータを組み込んだカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。

【図2】 同実施形態に係る時計の断面図である。

【図3】 (a) は同実施形態に係る圧電アクチュエータの主要構成を示す平面図であり、(b) は同実施形態に係る圧電アクチュエータの断面図である。

【図4】 (a) は可動部を剛体として考えたときの振動を示す平面図であり、(b) は可動部の一次振動を示す平面図であり、(c) は可動部の二次振動を示す平面図である。

【図5】 同実施形態に係るカレンダー表示機構の主要構成を示す断面図である。

【図6】 同実施形態の駆動回路の構成を示すブロック図である。

【図7】 同実施形態の駆動回路の動作を示すタイミングチャートである。

【図8】 本発明の第2実施形態に係る圧電アクチュエータA2の平面図である。

【図9】 同実施形態に係る圧電アクチュエータA2の平面図である。

【図10】 本発明の第3実施形態に係る圧電アクチュエータA3の平面図である。

【図11】 同実施形態の第1の態様に係る圧電アクチュエータA3の平面図である。

【図12】 同実施形態の第2の態様に係る圧電アクチュエータA3の平面図である。

【図13】 同実施形態の第2の態様に係る圧電アクチ

ュエータA3の断面図である。

【図14】 本発明の第4実施形態に係る圧電アクチュエータA4の平面図である。

【図15】 同実施形態に係る圧電アクチュエータA4の断面図である。

【図16】 本発明の第5実施形態に係る圧電アクチュエータA5の平面図である。

【図17】 本発明の第5実施形態に係る圧電アクチュエータA5の断面図である。

【図18】 本発明の第6実施形態の第1の態様に係る圧電アクチュエータA61の断面図である。

【図19】 同実施形態の第2の態様に係る圧電アクチュエータA62の断面図である。

【図20】 同実施形態の第3の態様に係る圧電アクチュエータA63の断面図である。

【図21】 同実施形態の第4の態様に係る圧電アクチュエータA64の断面図である。

【図22】 本発明の第7実施形態の第1の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。

【図23】 同実施形態の第2の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。

【図24】 同実施形態の第3の態様に係るカレンダー表示機構の平面図である。

【図25】 本発明の第8実施形態に係るカレンダー表示機構の主要部の構成を示す平面図である。

【図26】 変形例に係るカレンダー表示機構の主要構成を示す平面図である。

【図27】 変形例に係るカレンダー表示機構の部分断面図である。

【図28】 変形例に係る圧電アクチュエータの構成を示す斜視図である。

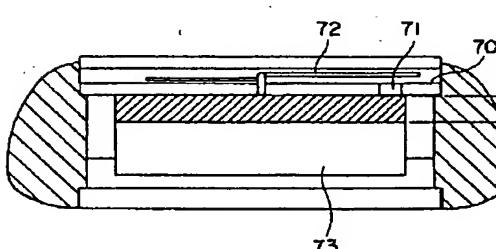
【図29】 従来の圧電アクチュエータを用いた超音波

モーターを模式的に示す平面図である。

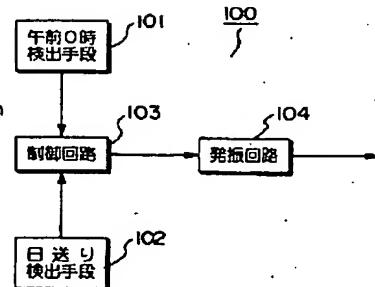
【符号の説明】

- 10…振動板
- 11a, 11b…圧電素子
- 12…シム部
- 14, 15…堤部
- 14a, 15a…接着剤
- 16…上押さえ部(押さえ部)
- 17…下押さえ部(押さえ部)
- 20…ステータ
- 21…可動部
- 21b…突起部
- 22, 22…括れ部
- 23…バネ部(付勢手段)
- 24…ピン(付勢手段、支持部)
- 24…固定部
- 30…ロータ(摩擦体)
- 40, 41…日回し中間車(伝達手段、減速輪列)
- 50…日車
- 60…日回し車(伝達手段、減速輪列)
- 60a…カム(変換部)
- 64…バネ部(レバー)
- 65…接触子
- 66…日ジャンパー(変換部)
- 80…日送り検出車(変換部)
- 100…駆動回路(駆動手段)
- 10.1…午前0時検出手段(時刻検出手段)
- 10.2…日送り検出手段
- 210…節
- A1, A2, A3, A4, A5…圧電アクチュエータ
- V…駆動信号

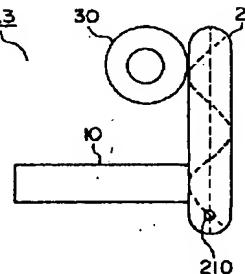
【図2】



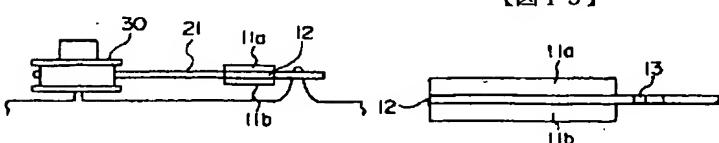
【図6】



【図12】

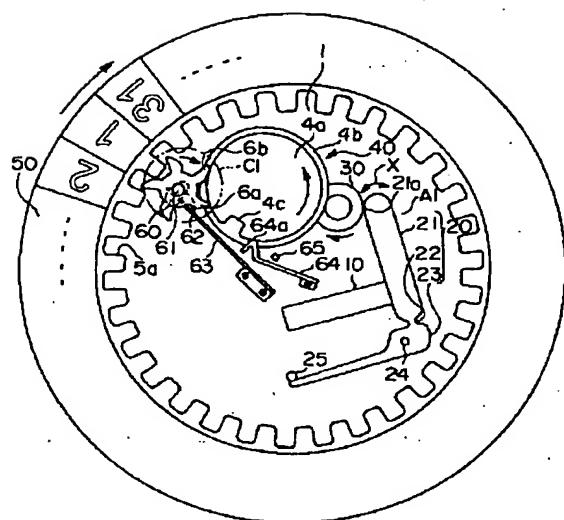


【図13】

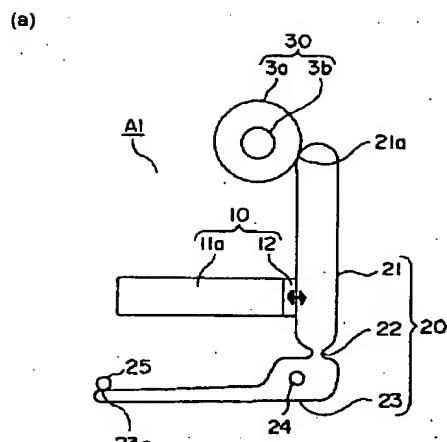


【図15】

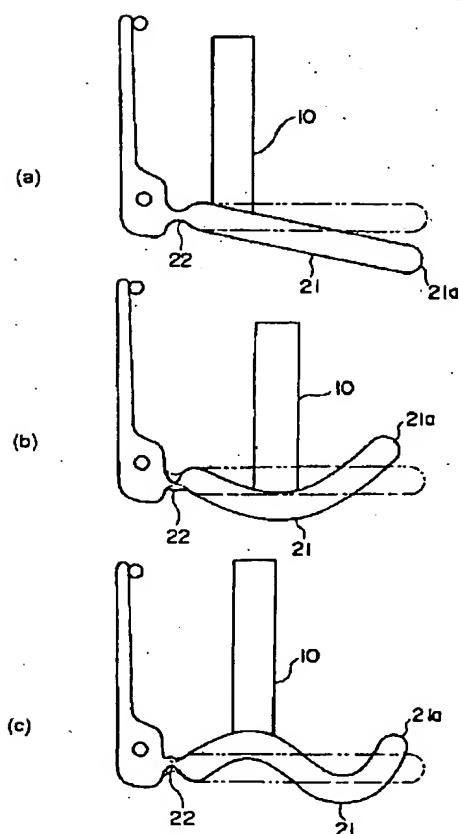
【図1】



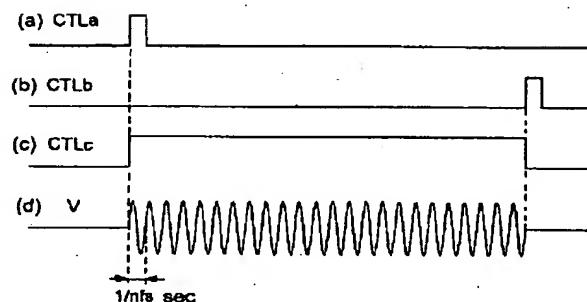
【図3】



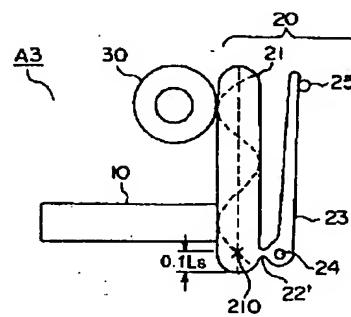
【図4】



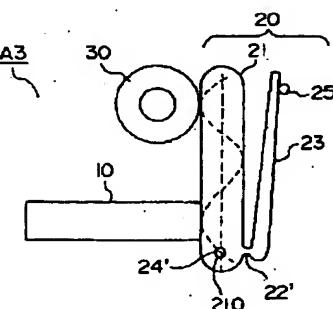
【図7】



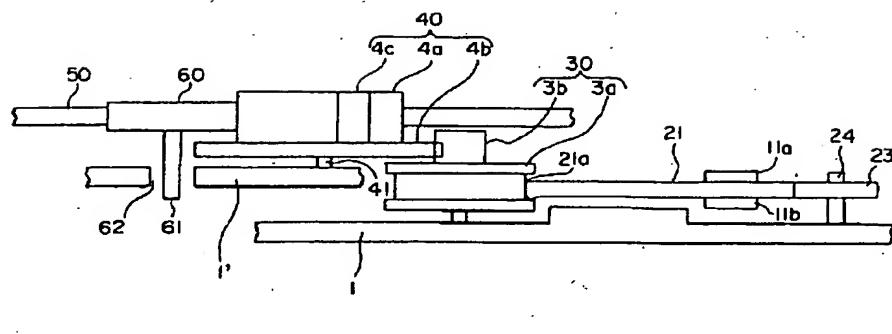
【図10】



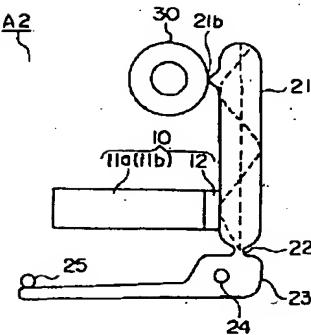
【図11】



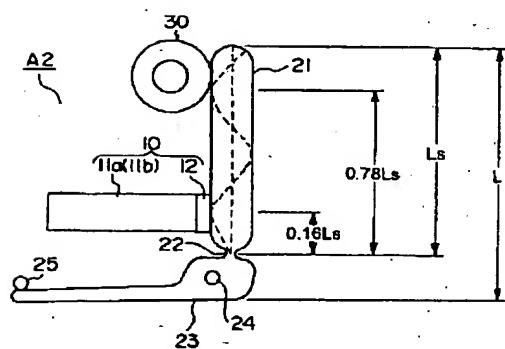
【図5】



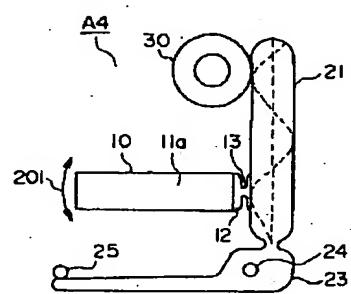
【図9】



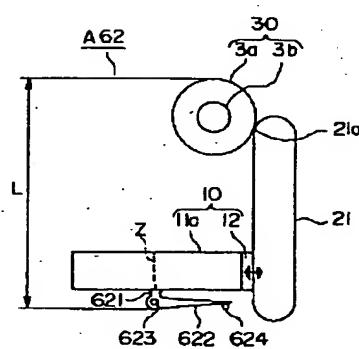
【図8】



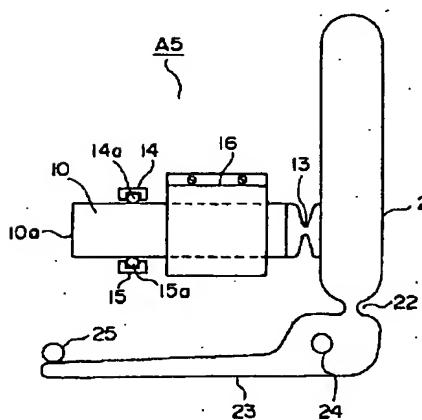
【図14】



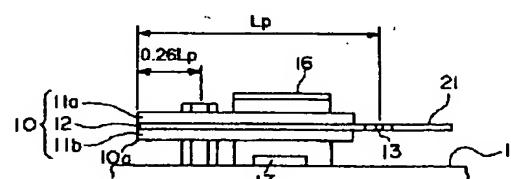
【図19】



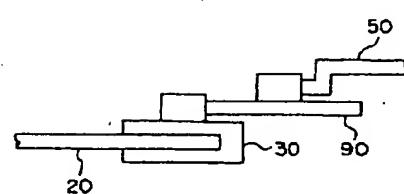
【図16】



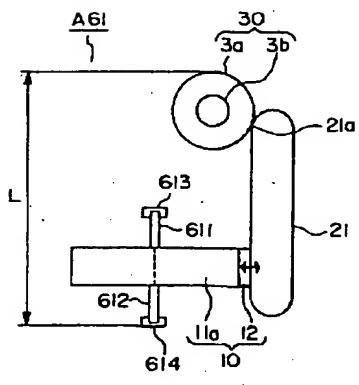
【図17】



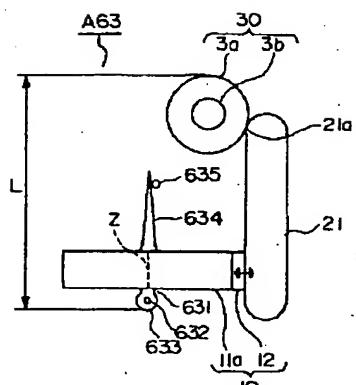
【図27】



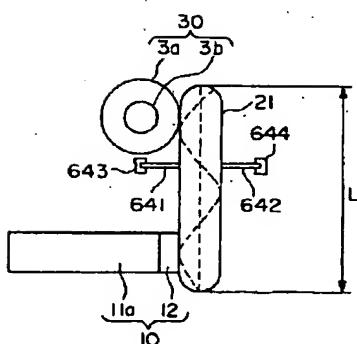
【图 18】



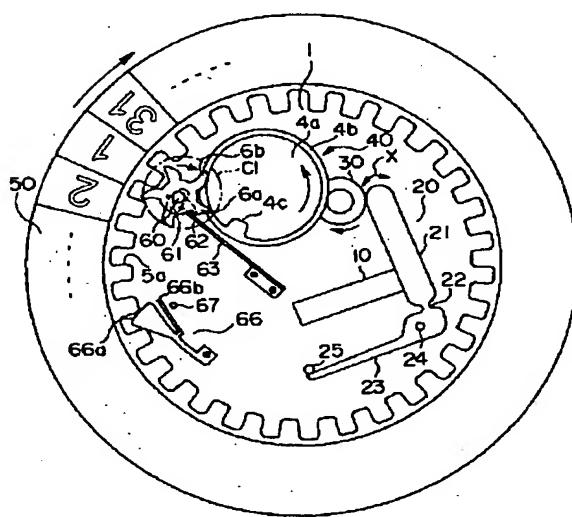
【四 20】



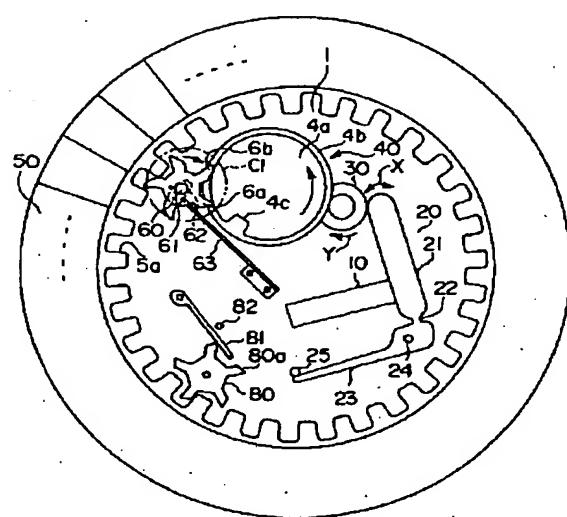
[☒ 21]



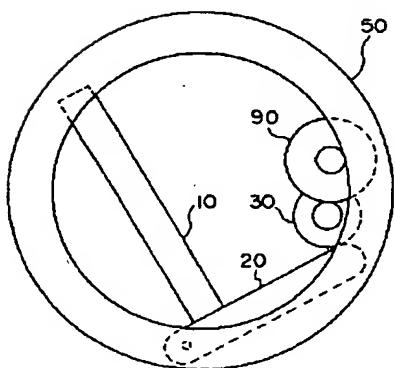
【图22】



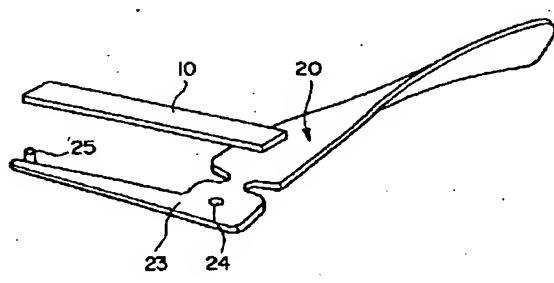
【图23】



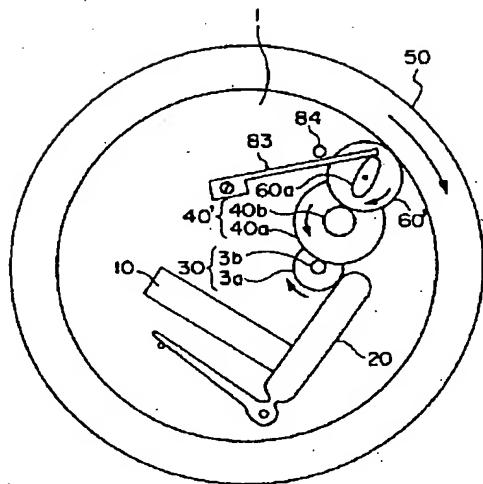
【图26】



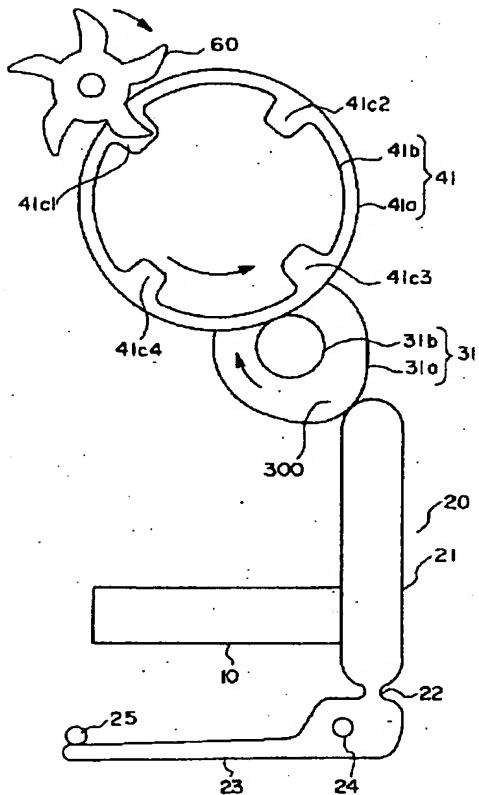
[图 28]



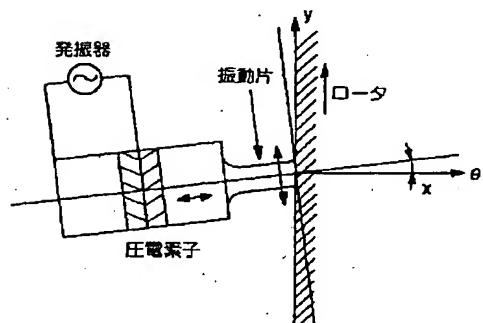
【図24】



【図25】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 泰治
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
一エプソン株式会社内

(72)発明者 古畑 誠
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
一エプソン株式会社内

Fターム(参考) 5H680 AA00 AA01 AA04 AA06 AA19
BB02 BB15 BC02 CC10 DD01
DD15 DD23 DD24 DD28 DD44
DD53 DD55 DD67 DD73 DD82
DD85 DD92 DD99 EE10 EE12
EE20 EE22 EE24 FF02 FF04
FF08 FF13 FF14 FF16 FF17
FF25 FF26 FF30 FF32 FF38
GG02 GG11 GG20 GG23 GG26